

Universidad Nacional de La
Plata
Facultad de Ciencias Agrarias y
Forestales



Informe trabajo final

Tema: Respuesta del cultivo de soja frente a tratamientos de control en enfermedades de fin de ciclo.

Catedra de Fitopatología
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Alumno: Federico Luis Poggi
Legajo: 25455/5
federico_poggi@hotmail.com
La Plata, 2024

Director: PhD. Pedro Alberto Balatti.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Pedro Alberto Balatti por su disposición, dedicación y dirección a lo largo de este trabajo.

Al Ingeniero Agrónomo José Martín Jauregui por su respaldo constante.

Al Ingeniero Forestal Esteban Perea por su apoyo incondicional.

A la empresa Bayer CropScience por brindarme sus instalaciones para llevar adelante los ensayos de este trabajo.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales por darme la posibilidad de crecimiento como persona y profesional.

A mis amigos y compañeros de facultad.

A mi familia por su cariño, atención, cuidado y respaldo constante durante toda la carrera.

INDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
La soja y su inserción en Argentina	5
Patógenos en el cultivo de soja.....	8
HIPOTESIS	12
OBJETIVO	12
MATERIALES Y METODOS.....	12
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	14
TRATAMIENTOS	14
SIEMBRA.....	16
EVALUACIÓN DEL NÚMERO Y PESO DE PLANTAS E INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LAS EFC.....	17
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	18
RESULTADOS.....	18
Número de plantas por metro cuadrado a 30 días después de la siembra.....	18
Numero de plantas por metro cuadrado a 48 días después de la siembra (Estado fenológico R1)	19
Peso seco 48 días después de la siembra (Estado fenológico R1)	21
Incidencia y severidad de enfermedades 48 días después de la siembra (Estado fenológico R1)	21
Incidencia y severidad de enfermedades a 50 días después de aplicación de fungicida (Estado fenológico R5).....	21
Rendimiento	26
DISCUSIÓN.....	28
CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES	30
BIBLIOGRAFIA	31

RESUMEN

El cultivo de soja es fundamental en la economía agrícola de Argentina, destacándose por su alta rentabilidad y productividad. Sin embargo, enfrenta desafíos significativos debido a enfermedades de fin de ciclo (EFC), que afectan tanto el rendimiento como la calidad de las semillas. Este estudio evalúa el impacto de tratamientos con fungicidas, tanto en semillas como en aplicaciones foliares, sobre la incidencia y severidad de las EFC en soja. Utilizando un diseño experimental en bloques aleatorios, se implementaron doce tratamientos con distintas combinaciones de fungicidas en el Campo de Innovación Tecnológica de Bayer CropScience, en Chacabuco, Argentina. Los resultados mostraron que algunos tratamientos incrementaron significativamente el rendimiento, destacándose el tratamiento 8, que combinó el fungicida Sphere max con el experimental BYF01047 en el estadio de desarrollo R1, logrando el mayor rendimiento promedio. No se observaron diferencias significativas en la incidencia y severidad de las enfermedades, posiblemente debido a la baja presión de enfermedades durante el ensayo. Este estudio resalta que es clave realizar una selección y combinación adecuada de fungicidas para el manejo efectivo de EFC en soja, contribuyendo a la sustentabilidad y productividad del cultivo. Se recomienda continuar con investigaciones que optimicen el uso de estos tratamientos bajo criterios de manejo integrado de enfermedades y sostenibilidad ambiental.

INTRODUCCIÓN

La soja y su inserción en Argentina

La soja (*Glycine max* (L) Merr.) es una planta perteneciente a la familia de las Leguminosas o Fabáceas, subfamilia Papilionoideas, tribu Faseoleas. El sitio de origen de esta planta es el norte y centro de China, donde su cultivo aparece en el siglo XI AC, tiempo en que los humanos dejaron de vivir como nómades para asentarse en un solo lugar, intensificando el proceso de sedentarización (Haymowitz, 1970).

La soja y su cultivo se expandió desde su centro de origen (China) por todo el mundo debido, entre otras cosas, al alimento que constituye la semilla por su alto contenido de proteína (40% aproximadamente). En el continente americano fue introducida por Estados Unidos en 1765, sin embargo, la expansión de su cultivo se inició recién en 1840.

En Brasil fue introducida en 1882, pero su difusión se inició a principios del siglo XX y la producción comercial comenzó en la década del 40. A partir de 1973 se verificó un gran aumento de la producción, ya que de 675.000 tn registradas en el quinquenio 65/69 pasó a 11.645.000 tn en el quinquenio 75/79, constituyéndose en la actualidad en el segundo productor mundial de grano de soja (Giorda, 1997).

Aunque en la Argentina las primeras experiencias del cultivo de la soja datan de 1862, recién en 1909 se realizaron los primeros ensayos en diversas Escuelas Agrícolas. A partir de 1910, se realizaron ensayos en la Estación Experimental Agronómica de Córdoba y también en la Estación Experimental Obispo Colombres (Tucumán) (Giorda, 1997).

El primer emprendimiento serio tendiente a incorporar a la soja como cultivo extensivo en el país fue gerenciado por la empresa Brandt Laboratorios S.A. en colaboración con la Dirección General de Investigaciones Agrícolas, dependiente del

Ministerio de Agricultura de la Nación. En el marco de este convenio en la EEA de Pergamino se llevaron a cabo los primeros ensayos comparativos de rendimiento con variedades importadas de Asia, Europa y EE.UU. (Giorda, 1997).

Como consecuencia del esfuerzo dedicado a estudiar y conocer el cultivo, se promocionó su cultivo y en julio de 1962 se produce la primera exportación de grano de soja de Argentina a Alemania (6000 tn.).

En Argentina, el cultivo de soja ha experimentado desde la década del 70 un crecimiento significativo de la superficie cultivada y por ende de la producción. En los últimos años, la tendencia de expansión continua, aunque a un ritmo más moderado. Según datos del ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina, en la campaña 2022/2023, la superficie sembrada con soja fue aproximadamente de 15.978.000 hectáreas, con una producción total de 25.045.000 toneladas. La condición de sequía que se mantuvo en dicha campaña condujo a que se alcance una producción significativamente menor a las 43.860.000 toneladas de la campaña 2021/2022, sobre una superficie total de 16.094.000 hectáreas. En 2023 los rendimientos promedios se situaron alrededor de 1740 kg/ha, mientras que, en 2022, los rendimientos promedios fueron de 2760 kg/ha.

El aumento de la producción no solo se debió al incremento del área sembrada, sino también a la mejora de los rendimientos promedios gracias al mejoramiento genético, el manejo apropiado del cultivo, el control de malezas e insectos y el uso de maquinaria agrícola moderna. Además, la eficiencia en la producción de soja se ha visto potenciada por la aparición de la soja resistente al herbicida glifosato (soja RR), variedades de soja intacta RR2 pro, tolerancia a sulfonilureas, tolerancia a 2,4-D y tolerancia a Dicamba, entre otras tecnologías.

Durante las últimas décadas la soja se ha constituido como el cultivo más importante de la Argentina si se toman como referencia los incrementos registrados en la producción, en la productividad, en la rentabilidad y en el área sembrada (Vilella et al., 2010).

El complejo sojero, con un rol preponderantemente exportador, constituye uno de los más importantes instrumentos de desarrollo regional, dinamizando la actividad económica del país al constituir una sustancial fuente de ingresos de divisas. Argentina ocupa el primer lugar en la exportación de aceite y harinas proteicas de soja y el tercer lugar como productor mundial de esta oleaginosa, ubicada luego de Estados Unidos y Brasil (Vilella et al., 2010).

El crecimiento exponencial de la población mundial, nos lleva a pensar en una demanda creciente de alimentos con lo cual será necesario aumentar la producción agrícola en al menos un 100% en los próximos treinta años (Solbrig, 1999).

Considerando que el incremento del área cultivada es limitado, y que éste también se trasladaría a nuevas áreas con diversos tipos de limitaciones edafoclimáticas, a futuro será necesario aumentar la producción por unidad de superficie.

La expansión de la frontera agrícola está ocurriendo en áreas con menor potencial productivo lo que resulta en menores rendimientos, esto último hace que se deban desarrollar nuevos paquetes tecnológicos para incorporar nuevos productores del cultivo de soja (Andrade, 1998).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América destacó que la producción mundial de soja se estima será de 399.500.000 toneladas para la campaña 2023-2024. Los líderes en la producción de soja a nivel mundial son Brasil (40%), Estados Unidos (28%) y Argentina (12%). Los siguen China e India, aunque la

producción de estos países esta direccionada primordialmente a abastecer el consumo interno, por lo tanto, no impacta en la fijación de precios.

Patógenos en el cultivo de soja

El cultivo de soja se ve afectado por diversos y numerosos grupos de patógenos. Entre los más relevantes en la actualidad se encuentran aquellos que son agentes causales de las enfermedades de fin de ciclo (EFC), las cuales se han convertido en las de mayor prevalencia en Argentina y representan una significativa limitante para el rendimiento, que además reduce la rentabilidad del cultivo. Dentro de estas EFC, las enfermedades foliares, constituyen una de las limitantes más importantes que presenta el cultivo a lo largo de toda la región sojera (Arias et al., 2010), por otro lado la prevalencia e intensidad de estas patologías se incrementan considerablemente año tras año. Las mismas reducen los rendimientos y pueden incluso provocar la pérdida total de la producción de un lote, pero además afectan la calidad de los granos cosechados (Gally et al., 2000). Diversos estudios (Carmona et al., 2004; Carmona, 2006) estimaron daños promedio en producción de soja que oscilaron entre un 8% y un 10%, con un máximo individual de un 30%, en las zonas productoras núcleo del país.

Las EFC componen un complejo de enfermedades, cuya particularidad es poseer prolongados períodos de incubación (momento transcurrido desde la penetración hasta la aparición de los síntomas) y de latencia (tiempo ocurrido desde la penetración hasta la aparición de las fructificaciones o signos). Si bien los síntomas se tornan evidentes en estadios reproductivos intermedios y avanzados, la mayoría de los patógenos que las provocan infectan a la planta tempranamente por lo que están presentes en etapas previas generando infecciones latentes (asintomáticas). Como consecuencia de esto, hacia el final del ciclo de cultivo se incrementa la severidad de

las patologías que además pueden confundirse incluso con la senescencia natural, pudiendo muchas veces pasar desapercibido. Según datos de Arias et al., (2011) y de Carmona et al., (2004) las EFC generan estrés lo que provoca un adelanto en la maduración, generando clorosis, senescencia anticipada, acortando el periodo crítico y disminuyendo la radiación interceptada. De esta manera, aumenta la mortandad de órganos reproductivos y se reduce el número final de vainas y granos, lo que conlleva la reducción del rendimiento y hasta la disminución de la calidad de las semillas.

El diagnóstico temprano de estas enfermedades está en función de la frecuencia de los monitoreos que, si bien inicialmente están direccionados a detectar otras patologías como la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), hoy se utilizan para diagnosticar el conglomerado de patologías de fin de ciclo (EFC). Estas detecciones tempranas condujeron a controlar las mismas con aplicaciones de fungicidas en momentos claves de manera de obtener aumentos de la producción (Molina et al., 2004, Gally et al., 2004).

Adelantos tecnológicos como la siembra directa, que deja los rastrojos en superficie, sumada al monocultivo de soja, a la siembra de genotipos genéticamente uniformes y a la inexistencia de cultivares con resistencia a la mayoría de las enfermedades, han generado un escenario nuevo, en donde las EFC han tomado otra dimensión tanto en su incidencia y severidad como en el efecto que las mismas tienen sobre el rendimiento.

Entre las EFC se encuentran la Mancha marrón que tiene como agente causal a "*Septoria glycines*"; el Tizón de la hoja y mancha purpura que tiene como agente causal a "*Cercospora kikuchii*"; el Tizón del tallo y de la vaina provocada por "*Phomopsis sojae*"; Mildiu "*Peronospora manshurica*"; la Antracnosis provocada por "*Colletotrichum truncatum*"; Mancha foliar y necrosis de las vainas que tiene como

agente causal a "*Alternaria* spp.", la Mancha ojo de rana cuyo agente causal es "*Cercospora sojina*", Tizón bacteriano provocado por "*Pseudomonas syringae* p.v. *glycinea*" y Pustula bacteriana cuyo agente es "*Xanthomonas campestris* p.v. *glycines*". (Formento, 2001; Carmona, 2007).

Las estrategias para el control de enfermedades incluyen el uso de cultivares resistentes y/o tolerantes, el tratamiento de semillas con fungicidas, el uso de prácticas culturales (rotación de cultivos, fechas de siembra, densidad de plantas, etc.) y las aplicaciones de fungicidas en las etapas R3 a R5 del cultivo. Esta última práctica es la más utilizada en el control de las EFC en soja (INTA Marcos Juárez- Diagnostico y manejo de enfermedades de fin de ciclo en soja en lotes de productores de Marcos Juárez y su zona de influencia).

Investigaciones realizadas han demostrado los efectos positivos logrados sobre el rendimiento y la calidad de la semilla a partir de la aplicación de fungicidas. En este sentido, el control químico vía pulverización en los órganos aéreos constituye una de las formas más eficaces al disminuir las mermas en los componentes del rendimiento. Actualmente, dicha herramienta es una medida de control rápida y muy útil, a pesar de aumentar el riesgo de contaminación ambiental y los costos de producción (Reis et al., 2002). Sin embargo, la aplicación eficiente de fungicidas produce aumentos significativos en los rendimientos y en la calidad de la producción, siempre y cuando sean utilizados bajo el criterio de sustentabilidad ambiental y se encuentren enmarcados en un programa de Manejo Integrado de Enfermedades (MIE). El momento oportuno de su aplicación es aquel que posibilite aprovechar al máximo el aumento y duración del área fotosintéticamente activa durante el período crítico de generación del rendimiento. Este está comprendido entre los estadios R3 y R5.5 según la escala de Fehr y Caviness (Kantolic & Carmona, 2005), ya que es en este momento cuando se define el número de granos (principal componente del

rendimiento). Por dicho motivo, es importante que el cultivo pueda alcanzar en esa etapa un Índice de Área Foliar superior a 3.5 (IAF crítico), a fin de interceptar plenamente la radiación solar incidente y contar con una suficiente fuente de asimilados para sostener el llenado de los granos.

En síntesis, una de las principales preocupaciones en la actualidad la constituyen las EFC debido al efecto que las mismas tienen sobre el rendimiento. Ante la falta de materiales con buen comportamiento frente a ellas usualmente se sugiere la aplicación de fungicidas para su control, como así también prácticas culturales.

HIPOTESIS

El tratamiento de la semilla con fungicidas acompañado de un tratamiento foliar disminuye la incidencia y severidad de las enfermedades de fin de ciclo, mantiene el nivel de las mismas por debajo del umbral de daño económico (UDE) lo que reduce la pérdidas de rendimiento.

OBJETIVO

Conocer cuál es el impacto que se genera por la combinación de 2 momentos de aplicación de fungicidas sobre las enfermedades de fin de ciclo del cultivo de soja, cultivada dentro de un sistema de rotación de cultivos.

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos se realizaron en el Campo de Innovación Tecnológica de la empresa Bayer CropScience, ubicado en el kilometro 192 de la Ruta Nacional 7, próximo a la ciudad de Chacabuco. Para conocer las características químicas y granulométricas se realiza un análisis de suelo del campo en una profundidad de 0-20 cm. En la Tabla 1 se detallan los resultados analíticos, mencionando al pie la metodología empleada, y en la Tabla 2 se mencionan los resultados granulométricos y la clase textural de la muestra.

Tabla 1: Características químicas del sitio.

RESULTADOS ANALÍTICOS	
(1) Materia orgánica %	4.17
(1) Carbono orgánico %	2.42
(9) Nitrógeno total %	0.179
Relación C/N	13.51
(2) Nitratos (0-20 cm) ppm	-
(2) Nitratos (20-40 cm) ppm	-
(4) Fósforo asimilable ppm	27.21
(5) Azufre ppm	-
(6) pH Agua 1:2.5	5.31
(6) pH KCl 1M 1:2.5	-
(10) Conductividad pasta dS m⁻¹	-
(7) Calcio mE 100 g⁻¹	-
(7) Magnesio mE 100 g⁻¹	3.53
(8) Sodio mE 100 g⁻¹	-
(8) Potasio mE 100 g⁻¹	1.89
Relación K/Mg	0.53
Suma de bases (S) mE 100 g⁻¹	-
(9) C.I.C. (T) m E 100 g⁻¹	-
(Capacidad de intercambio catiónico)	-
Saturación con bases S/T %	-
(11) Humedad equivalente %	-
Calcáreo %	-

Métodos utilizados:

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| -1 Walkley y Black | -7 Volumetría EDTA |
| -2 Acido fenoldisulfónico | -8 Fotometría llama |
| -3 Macro Kjeldahl | -9 Macro Kjeldahl |
| -4 Kurtz y Bray N° 1 | -10 Conductimetría |
| -5 Turbidimétrico | -11 Met. rápido goteo |
| -6 Potenciométrico | |

Tabla 2: Características granulométrica y textural del sitio.

ANALISIS GRANULOMETRICO				
Prof. cm	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase textural
0 - 20	36.30	41.62	22.08	Franco arcillosa

Método utilizado: De la pipeta para Limo y Arcilla.

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Se realizaron 2 barbechos químicos con el fin de controlar las malezas. De esta manera se acumuló humedad en el perfil, ya que se redujo la pérdida de agua y al mismo tiempo se facilita el tránsito de la maquinaria en el momento de la siembra. El primer barbecho fue en el mes de junio, aplicando 1,8 l/ha de glifosato 54% eq. ac. + 750 cc/ha 2,4-D 60% eq. ac. + 1 kg/ha de atrazina 90%. El segundo control de malezas se realizó en octubre aplicando 2 l/ha de glifosato 54% eq. ac. + 850 cc/ha 2,4-D 60% eq. ac. + 70 g/ha de clorimuron 25%.

TRATAMIENTOS

Para hacer el ensayo, se realizaron 2 tratamientos con fungicida los que se llevaron a cabo en distintos momentos fenológicos del cultivo. En la Tabla 3 se detallan las dosis y productos usados.

En primer lugar, las semillas fueron tratadas antes de la siembra con los fungicidas elegidos y acompañados con protector e inoculante. El segundo tratamiento de fungicida, de aplicación foliar, se realizó en el estado fenológico R1 del cultivo de soja (Estado fenológico R1: Inicio de floración. Aparece al menos una flor en cualquier nudo del tallo principal).

Los productos usados pertenecían a la empresa Bayer Cropscience. Para las semillas se utilizó Gualicho xtra (Trifloxystrobin 7.7% + Metalaxyl 6.15%), el fungicida Isotianil y BYF01047 (producto bajo reserva de confidencialidad de la empresa Bayer Crop Science). Para la aplicación foliar se utilizaron BYF01047 y Sphere max. Este último en su formulación tiene Trifloxystrobin 37.5% + Cyproconazole 16%.

Tabla 3: nombre y composición de los tratamientos.

TRATAMIENTO	PRODUCTOS Y DOSIS
1	<i>Testigo</i>
2	<i>Protector (88 cc/100 kg semilla) + Inoculante (250 cc/100 kg semilla)</i>
3	<i>Protector (88 cc/100 kg semilla) + Inoculante (250 cc/100 kg semilla) + Gualicho xtra (40 cc/100 kg semilla)</i>
4	<i>Protector (88 cc/100 kg semilla) + Inoculante (250 cc/100 kg semilla) + Isotianil (50 cc/100 kg semilla)</i>
5	<i>Protector (88 cc/100 kg semilla) + Inoculante (250 cc/100 kg semilla) + Gualicho xtra (40 cc/100 kg semilla) + Isotianil (50 cc/100 kg semilla)</i>
6	<i>Protector (88 cc/100 kg semilla) + Inoculante (250 cc/100 kg semilla) + BYF01047 (100 cc/100 kg semilla)</i>
7	<i>Protector (88 cc/100 kg semilla) + Inoculante (250 cc/100 kg semilla) y en R1 Sphere max (150 cc/ha) + BYF01047 (250 cc/ha)</i>
8	<i>Protector (88 cc/100 kg semilla) + Inoculante (250 cc/100 kg semilla) y en R1 Sphere max (150 cc/ha) + BYF01047 (500 cc/ha)</i>
9	<i>Protector (88 cc/100 kg semilla) + Inoculante (250 cc/100 kg semilla) + Isotianil (50 cc/100 kg semilla) y en R1 Sphere max (150 cc/ha)</i>
10	<i>Protector (88 cc/100 kg semilla) + Inoculante (250 cc/100 kg semilla) + Isotianil (100 cc/100 kg semilla) y en R1 Sphere max (150 cc/ha)</i>
11	<i>Protector (88 cc/100 kg semilla) + Inoculante (250 cc/100 kg semilla) + Gualicho xtra (40 cc/100 kg semilla) + Isotianil (100 cc/100 kg semilla) y en R1 Sphere max (150 cc/ha) + BYF01047 (250 cc/ha)</i>
12	<i>Protector (88 cc/100 kg semilla) + Inoculante (250 cc/100 kg semilla) + Isotianil (100 cc/100 kg semilla) y en R1 Sphere max (150 cc/ha) + BYF01047 (500 cc/ha)</i>

El ensayo fue diseñado en 4 bloques, con 12 tratamientos dispuestos al azar como se grafico en la figura 1.

Las parcelas incluyeron 6 surcos, con una distancia entre hileras de 52 cm y 8 metros de largo. Los surcos 1 y 6 fueron definidos como bordura para eliminar efectos externos al tratamiento. Los surcos 2 y 5 fueron destinados a la extracción de plantas

para realizar las determinaciones de número y vigor de plantas, incidencia y severidad de enfermedades. Por último, los surcos 3 y 4 fueron destinados a cosecha para obtener el rendimiento.

Figura 1: Diseño del ensayo. Distribución de bloques y tratamientos.

Bloque A	1	5	6	2	4	10	3	12	11	8	9	7
Bloque B	9	5	11	4	1	3	8	2	6	7	10	12
Bloque C	6	12	4	7	8	3	5	1	9	2	11	10
Bloque D	8	2	7	3	5	12	9	4	1	11	6	10

SIEMBRA

La siembra se realizó a principios de diciembre, usando una variedad de grupo de madurez IV (Don Mario 4670). Se efectuó bajo el sistema de siembra directa a placa, con distanciamiento entre líneas de 52 cm, con una densidad de 35 semillas por metro cuadrado (35 semillas/m²).

EVALUACIÓN DEL NÚMERO Y PESO DE PLANTAS E INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LAS EFC

A los 30 días de la siembra, se evaluó el número de plantas logradas en los 4 bloques, teniendo en cuenta todos los tratamientos que los componían.

Posteriormente, a los 48 días de realizada la siembra, se volvió a contabilizar el número de plantas y se evaluó el peso de 5 plantas por tratamiento. Para estas determinaciones, se muestrearon los surcos 2 y 5 de cada parcela. Para registrar el peso de cada planta, estas se cosecharon cortando los tallos a la altura del nudo cotiledonal, luego de lo cual se expusieron al sol durante 48 h, tiempo durante el cual se removieron para exponer las diversas partes uniformemente al sol y temperatura, para finalmente tomar el peso. Además, en este momento de muestreo se estimó la incidencia y la severidad de las enfermedades para luego aplicar los tratamientos de fungicidas foliares.

Cincuenta días posteriores a la aplicación de los fungicidas foliares, se realizó una visita al lote y se volvió a evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades de fin de ciclo.

Finalmente, en el estado fenológico R8 se cosecharon las parcelas para obtener el rendimiento de cada uno de los tratamientos. Para esto se recolectaron las plantas de 8 metros lineales en los 2 surcos centrales de cada parcela (surcos 3 y 4), se consideraron 19230,7 metros lineales para realizar los cálculos de rendimiento por hectárea. El material se procesó en una trilladora fija y se registro el contenido de humedad de cada muestra de granos y para calcular las mermas correspondientes.

ANALISIS ESTADISTICO

Se evaluaron los efectos de los tratamientos mediante análisis de varianza (ANOVA). Se realizaron pruebas de Tukey para separar las medias, utilizando $\alpha=0.05$ como umbral para determinar la significancia estadística. Los softwares utilizados fueron Minitab v15 y JMP v14.

RESULTADOS

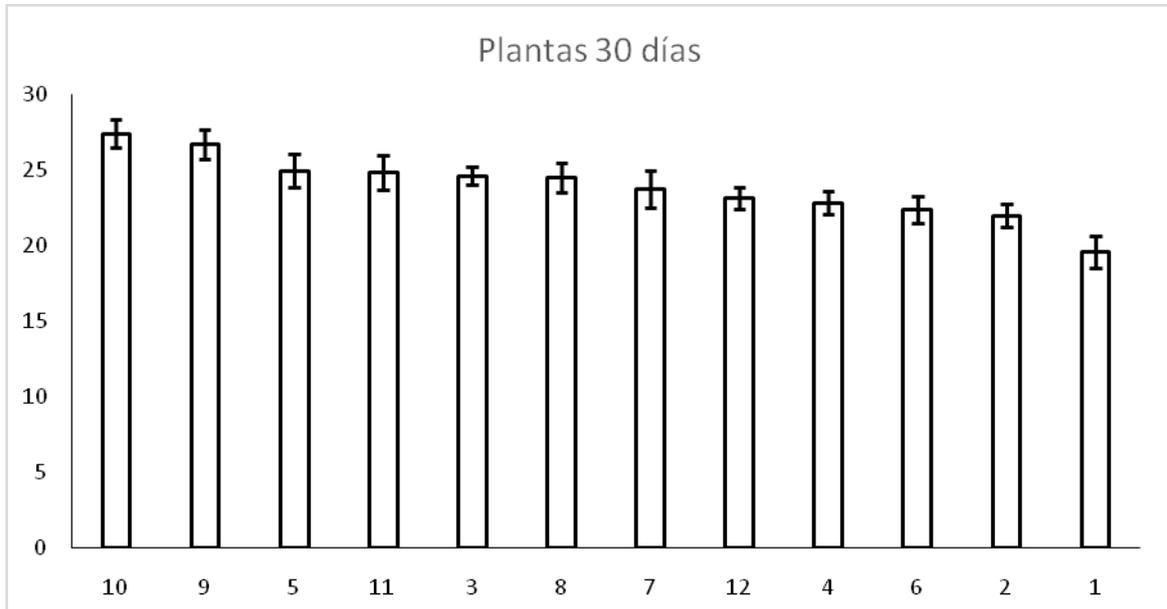
Número de plantas por metro cuadrado a 30 días después de la siembra

En la tabla 4 figuran los promedios de número de plantas por metro cuadrado 30 días después de la siembra en función de los tratamientos aplicados en el ensayo. Las letras indican diferencias significativas entre tratamientos. En la figura 2, las líneas verticales indican el error estándar de la media.

Tabla 4: promedio de plantas por metro cuadrado a 30 días después de la siembra.

Tratamiento	Plantas 30 días	Error std.	Dif. sig.
10	27,38	0,93	A
9	26,67	0,98	A
5	24,92	1,09	AB
11	24,84	1,14	AB
3	24,60	0,61	AB
8	24,52	0,97	AB
7	23,73	1,21	AB
12	23,13	0,71	AB
4	22,82	0,74	AB
6	22,38	0,91	AB
2	21,98	0,79	AB
1	19,56	1,06	B

Figura 2: número de plantas 30 días después de la siembra. Error estandar de la media.



A los 30 días después de la siembra, los dos tratamientos que mostraron mayor efectividad fueron el 10 y el 9. Ambos presentaron mayor número de plantas por metro cuadrado, con diferencia significativas del tratamiento testigo que presentó el menor número de plantas ($p=0.0032$).

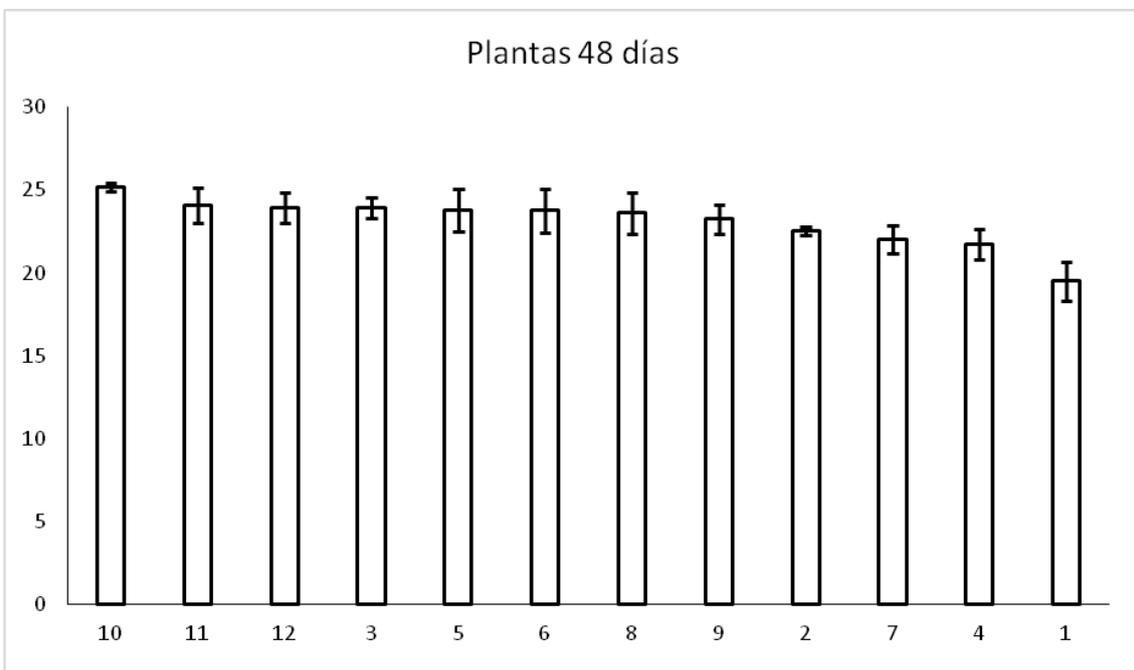
Numero de plantas por metro cuadrado a 48 días después de la siembra (Estado fenológico R1)

En la tabla 5 se presentan los promedios de numero de plantas por metro cuadrado 48 días después de la siembra en función de los tratamientos realizados en el ensayo. En esta evaluacion, los tratamientos no presentaron diferencias significativas ($p=0.11$). En la figura 3 se observa que los tratamientos presentaron valores entre 19,49 y 25,18 plantas/m² , las lineas verticales indican el error estandar de la media.

Tabla 5: promedio de plantas por metro cuadrado a los 48 días después de la siembra.

Tratamiento	Plantas 48 días	Error std.
10	25,18	0,27
11	24,08	1,07
12	23,93	0,92
3	23,93	0,63
5	23,78	1,27
6	23,75	1,34
8	23,60	1,26
9	23,24	0,87
2	22,53	0,28
7	22,02	0,82
4	21,73	0,92
1	19,49	1,16

Figura 3: número de plantas 48 días después de la siembra. Error estandar de la media.



Peso seco 48 días después de la siembra (Estado fenológico R1)

En la evaluación del peso seco de 5 plantas por tratamiento a los 48 días después de la siembra en función de los tratamientos realizados, no se presentaron diferencias significativas ($p=0.68$), lo que indica que los tratamientos no se diferenciaron entre sí.

Incidencia y severidad de enfermedades 48 días después de la siembra (Estado fenológico R1)

A los 48 días después de la siembra y antes de la aplicación de los fungicidas foliares, se estimó la incidencia y severidad de las enfermedades de fin de ciclo. Se observó que los tratamientos presentaron una baja presión de enfermedades (muy baja incidencia y muy baja severidad). Debido a esto, no se realizó el análisis estadístico.

Incidencia y severidad de enfermedades a 50 días después de aplicación de fungicida (Estado fenológico R5)

En la Tabla 6 se presentan los valores promedios de Incidencia de las bacteriosis y de las enfermedades de fin de ciclo 50 días después de la aplicación de fungicidas foliares.

Tabla 6: incidencia de EFC de los tratamientos evaluados.

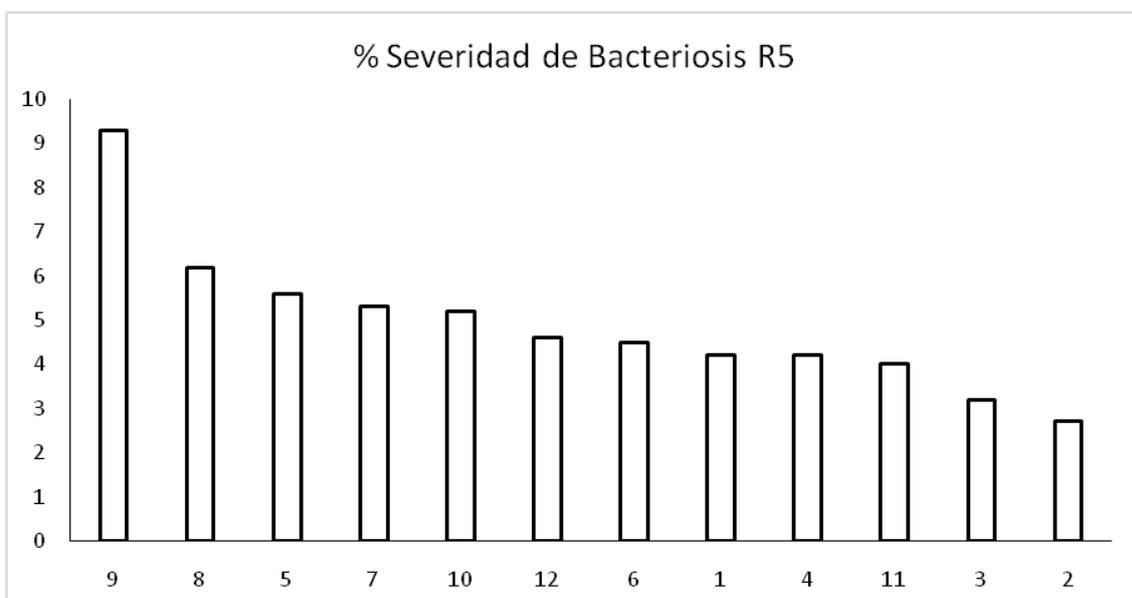
Incidencia de EFC				
Tratamientos	Bacteriosis	<i>C. sojina</i>	<i>C. kikuchi</i>	<i>S. glycine</i>
1	80%	50%	30%	30%
2	90%	30%	60%	10%
3	60%	40%	40%	30%
4	90%	20%	70%	0%
5	80%	30%	60%	30%
6	90%	20%	30%	20%
7	70%	0%	50%	20%
8	80%	20%	70%	20%
9	100%	10%	50%	0%
10	70%	10%	30%	20%
11	100%	0%	50%	20%
12	80%	10%	70%	20%

En la Tabla 7, se presentan los resultados de severidad de las Bacteriosis 50 días después de la aplicación de fungicidas foliares, el análisis estadístico de los datos no mostró diferencias significativas ($p=0.37$). En la figura 4 se grafican los resultados donde se observan que el tratamiento 9 presentó el mayor porcentaje de severidad (9,3%) y el tratamiento 2 presentó el menor valor de severidad (2,7%).

Tabla 7: Severidad de Bacteriosis (%).

Tratamiento	Severidad Bacteriosis (%)
9	9,3
8	6,2
5	5,6
7	5,3
10	5,2
12	4,6
6	4,5
1	4,2
4	4,2
11	4
3	3,2
2	2,7

Figura 4: Severidad de Bacteriosis en los tratamientos evaluados.



Al evaluar los resultados promedios de enfermedades de fin de ciclo (*Cercospora Sojina*, *Cercospora Kikuchi*, *Septoria Glycine*) 50 días después de la aplicación de los fungicidas foliares, no se observaron diferencias significativas entre

los tratamientos en lo que hace a esta patología (C Sojina $p=0.18$, C Kikuchi $p=0.71$, S Glycine $p=0.85$).

Las Tablas 8, 9 y 10 presentan los resultados de severidad de cada una de las enfermedades.

Tabla 8: Severidad de *Cercospora Sojina* (%).

Tratamiento	C Sojina (%)
1	2,7
2	0,7
3	3
4	0,9
5	1,6
6	1,5
7	0
8	0,8
9	0,5
10	1
11	0
12	0,2

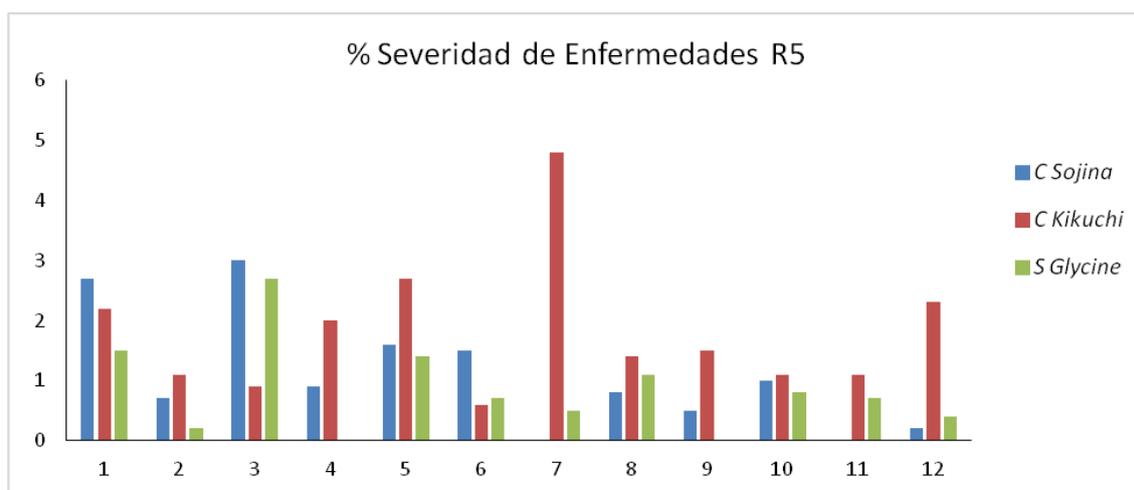
Tabla 9: Severidad de *Cercospora Kikuchi* (%).

Tratamiento	C Kikuchi
1	2,2
2	1,1
3	0,9
4	2
5	2,7
6	0,6
7	4,8
8	1,4
9	1,5
10	1,1
11	1,1
12	2,3

Tabla 10: Severidad de *Septoria Glycine* (%).

Tratamiento	S Glycine
1	1,5
2	0,2
3	2,7
4	0
5	1,4
6	0,7
7	0,5
8	1,1
9	0
10	0,8
11	0,7
12	0,4

Figura 5: Severidad de Enfermedades de Fin de Ciclo.



A pesar de las diferencias en la severidad de las enfermedades de fin de ciclo evaluadas, el análisis estadístico mostró que las diferencias no fueron significativas. Esto podría deberse a la gran variabilidad de datos de las muestras.

De las variables analizadas, se observó una tendencia en la mayoría de los tratamientos que indicaría que hay una cierta respuesta de control hacia la enfermedad causada por *Cercospora sojina*.

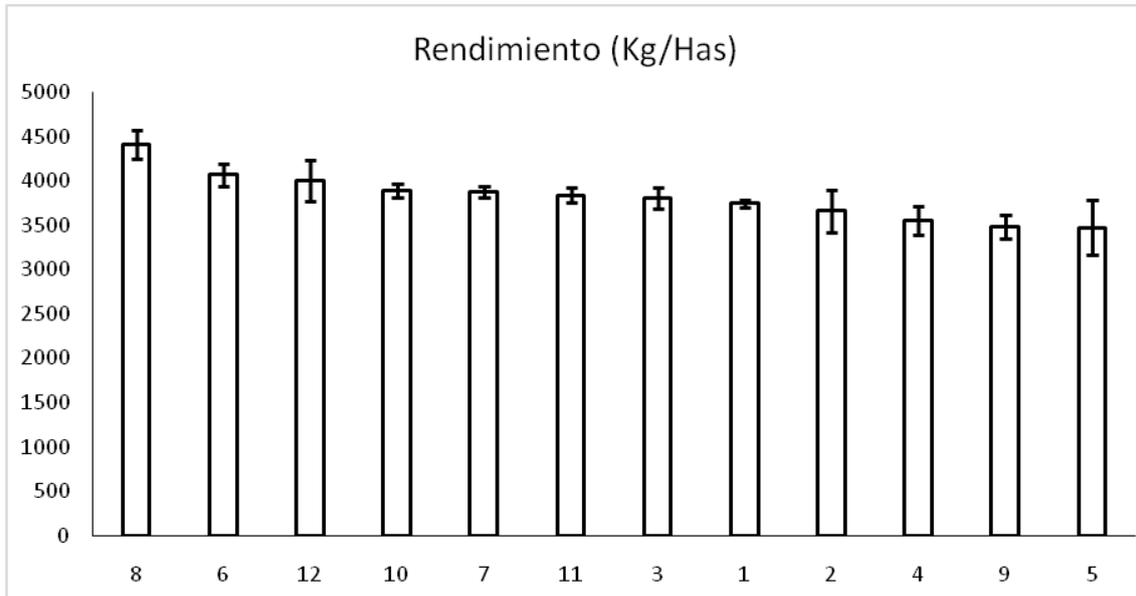
Rendimiento

En la tabla 11 se presentan los rendimientos kg/ha de las plantas de cada uno de los tratamientos. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. En la figura 6, las barras grafican el rendimiento de cada tratamiento y las líneas verticales indican el error estándar de la media.

Tabla 11: promedios de rendimientos.

Tratamiento	Rendimiento	Error std.	Dif. sig.
8	4411,04	155,90	A
6	4068,49	127,59	AB
12	3996,38	232,03	AB
10	3894,22	79,27	AB
7	3870,18	64,16	AB
11	3840,13	87,24	AB
3	3804,07	122,09	AB
1	3743,98	41,96	AB
2	3659,84	239,54	AB
4	3551,67	163,34	AB
9	3485,56	133,57	B
5	3473,55	307,90	B

Figura 6: Rendimientos de los tratamientos.



En esta evaluación, las plantas del tratamiento 8 fueron las que rindieron más que el resto de los tratamientos, aunque solo mostraron diferencias significativas con los tratamientos 9 y 5 ($p=0.032$).

DISCUSIÓN

El estudio realizado consistió en evaluar la eficiencia de diferentes tratamientos con fungicidas para disminuir la incidencia y severidad de las enfermedades de fin de ciclo y mejorar el rendimiento del cultivo de soja. Los 12 tratamientos incluyeron tratamientos testigo, protector e inoculante, y diversas combinaciones de fungicidas.

A los 30 días de la siembra, los tratamientos 10 (*Protector + Inoculante + Isotianil (100 cc/100 kg semilla) y en R1 Sphere max (150 cc/ha)*) y 9 (*Protector + Inoculante + Isotianil (50 cc/100 kg semilla) y en R1 Sphere max (150 cc/ha)*) mostraron una mayor cantidad de plantas por metro cuadrado en comparación con los otros tratamientos, mientras que el testigo presentó la menor cantidad de plantas. A los 48 días después de la siembra, no hubo diferencias significativas en el número de plantas entre los tratamientos, lo que sugiere que hubo cierta desuniformidad en la germinación y emergencia de plantulas.

En cuanto al peso seco de las plantas a los 48 días después de la siembra, los tratamientos no presentaron diferencias significativas.

La incidencia y severidad de las enfermedades en las etapas R1 y R5 fueron bajas y no se observaron diferencias entre los tratamientos.

En particular, el tratamiento 8, que combinó un protector e inoculante con la aplicación foliar de Sphere max y BYF01047, fue el que presentó el mayor rendimiento. Este resultado es consistente con otros estudios que demostraron el efecto que tuvo la aplicación de fungicidas foliares en cultivos de soja (Sikora et al., 2014). Sin embargo, es importante señalar que no todos los tratamientos con fungicidas resultaron en aumentos significativos en el rendimiento o el número de

plantas, lo que indica que la selección y combinación de productos es fundamental para lograr resultados óptimos.

El uso de tratamientos de semillas también fue evaluado en este ensayo, y los resultados mostraron diferencias significativas en el número de plantas por metro cuadrado entre los tratamientos y el testigo. Estos hallazgos respaldan investigaciones previas que han demostrado la efectividad de los tratamientos de semillas en la protección contra enfermedades de la soja y en la promoción del crecimiento y desarrollo de las plantas (Pierson et al., 2018).

En este ensayo, la severidad e incidencia de enfermedades de fin de ciclo fueron bajas, lo que dificultó la evaluación de la efectividad de los tratamientos en el control de estas enfermedades. Sin embargo, otros estudios han demostrado que la aplicación de fungicidas puede reducir la incidencia y severidad de enfermedades en cultivos de soja y otros cultivos.

En síntesis, los resultados de este ensayo sugieren que la selección adecuada de una combinación de fungicidas, tanto en tratamientos de semillas como en aplicaciones foliares, puede mejorar el rendimiento y la salud de las plantas en el cultivo de soja. Sin embargo, es fundamental realizar más investigaciones y ensayos para optimizar el uso de estos productos y garantizar la sustentabilidad y rentabilidad del cultivo.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES

La selección adecuada y combinación de fungicidas, tanto en tratamientos de semillas como en aplicaciones foliares, mejoran el rendimiento y la sanidad de las plantas.

Aunque no todos los tratamientos evaluados mostraron un impacto significativo, es fundamental realizar más investigaciones y ensayos para optimizar el uso de estos productos y garantizar la sustentabilidad y rentabilidad del cultivo.

Este trabajo e investigaciones previas en soja y otros cultivos respaldan la importancia de considerar realizar un manejo integrado de productos y bioinsumos para mejorar la sanidad y el rendimiento de los cultivos.

BIBLIOGRAFIA

Andrade, F.H., 1998. ¿Es posible satisfacer la creciente demanda de alimentos de la humanidad? *Interciencia* 23(5): p.266.

ARIAS N.; ANDRIAN M.; ARÉVALO, E., 2010. Enfermedades de Fin de Ciclo del Cultivo de Soja manejo y su control: Situación Actual. INTA EEA Concepción del Uruguay, Uruguay.

ARIAS N.; GLAGOVKY P.; CABRERA E., 2011. Estrategias de Control de Enfermedades del Cultivo de Soja en el Centro Este de Entre Ríos. INTA EEA Concepción del Uruguay, Uruguay.

Bradley, C. A., Esker, P. D., & Wise, K. A., 2014. Importance of Foliar Fungicide Timing for the Control of Soybean Foliar Diseases. *Plant Health Progress*, 15(1), 29-34.

CARMONA, M.; M. GALLY, P.; GRIJALBA, V.; SUGIA & E. JAEGGI., 2004. Frequency and chemical control of causal pathogens of soybean late season diseases in the Pampeana Region. *Proceedings of 7th World Soybean Research Conference*, 4th 83.

International Soybean Processing and Utilization Conference, Congresso Mundial de Soja. EMBRAPA, Foz de Iguazú, Brasil. p. 159.

CARMONA, M., 2006. Importancia de las Enfermedades de Fin de Ciclo: Su Relación con la Ecofisiología y el Uso Estratégico de Fungicidas en el Cultivo de Soja. *Workshop de Enfermedades de Hoja, Tallo y Raíz. Mercosoja 2006, 3er Congreso de Soja del Mercosur*, Rosario, Argentina.

Ferraris Gustavo N., 2001. Soja, resultados de unidades demostrativas año 2001. Publicaciones regionales INTA.

Formento, N. Enfermedades de Fin de Ciclo del cultivo de soja. Campaña agrícola 200/2001. Boletín de Divulgación Técnica. Área de Investigación en Producción Vegetal. INTA EEA Paraná. Entre Ríos

Gally, M.; Carmona, M.; Barreto, D.; Sugía, V., 2004. Control of soybean seed-borne pathogens by foliar fungicide application on soybean seed quality. 27th ISTA. Congress seed symposium. Budapest, Hungría. En Actas 110.

Gally, M.; Sautua, F., 2007. Guía para la identificación y manejo de las enfermedades de fin de ciclo y roya asiática de la soja. En Horizonte A - Magazine de las ciencias agrarias - Año 3 - Nº 13 –

Giesler, L. J., 2007. Bacterial Blight. In Plant Disease Central. Extension Plant Pathology. University of Nebraska. Lincoln

Giorda L. M., 1997. La soja en Argentina. En: El cultivo de la soja en la Argentina. L. M Giorda y H. E. J. Baigorri (Edts) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación - Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Pág. 11-26.

Hymowitz T., 1970. On the domestication of the soybean. Economic Botany 24, 408-421.

KANTOLIC, A.G. & CARMONA, M.A., 2005. Bases Ecofisiológicas Generation Desempenho: Relacionamento Efeito de Doenças Foliares e Fungicidas Use na cultura de Soja. 1-12.

López, M.N. y Cambras, M., 1996. Diagnóstico y detección de bacterias fitopatógenas. En Patología Vegetal, 1996. Yacer, G.; López, M.N.; trapero, A.; Bello, A. Ed. Capítulo 17. pp. 587-625.

Molina, J.; Carmona, M; Babbitt, S.; Gally, M.; Sugía, V. & Grijalva, P., 2004. Effect of foliar fungicides application on soybean seed quality. 27th ISTA Congress Seed Symposium. Budapest. Hungría. 17 al 19 de mayo de 2004. En Actas: 53.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Estimaciones Agrícolas Mensuales. Cifras oficiales al 15 de septiembre del 2010. Campaña Agrícola 2010/2011.

REIS E.; TREZZI CASA, R.; CARMONA, M., 2002. Prácticas Alternativas de Manejo para una Agricultura Sustentable Agroecología: El Camino para una Agricultura Sustentable". Ed. Santiago Sarandón. Capítulo "Elementos para el Manejo de enfermedades".

ROMERO, A. M., 2008. "Manejo Integrado de Enfermedades bacterianas en cultivos extensivos". Disertación en las Jornadas sobre Manejo Integrado de Plagas, Enfermedades, Artrópodos y Malezas en soja, maíz y girasol. INTA-FAUBA

Sikora, E. J., Allen, T. W., Wise, K. A., Bergstrom, G., Bradley, C. A., Bond, J., & Zidek, J., 2014. A coordinated effort to manage soybean rust in North America: A success story in soybean disease monitoring. Plant disease, 98(7), 864-875.

Solbrig, O.T., 1999. Observaciones sobre tecnología y desarrollo agrícola. En: Actas "VII Congreso Nacional de la Asociación Argentina de Siembra Directa". Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. p. 41-51

Vallone Silvia D. Gadban Laura. Masiero Beatriz. Pochetino Alejandro., 2003.
Diagnostico y manejo de Enfermedades de Fin de Ciclo en soja en lotes de productores de Marcos Juárez y su zona de influencia.

VILELLA, F., S. SENESI, E. DULCE, R. PÉREZ SAN MARTÍN, DAZIANO M., 2010.
El Sistema de Agronegocios de la Soja en la Argentina, su Cadena Prospectiva al 2020. Ed. Horizonte A, 1a ed. Buenos Aires. 352 pp.